# O Sistema Brasileiro de Rádio Digital, os diferentes padrões existentes e a definição de um novo perfil do Ginga pensado para ser o middleware do SBRD

Rafael Diniz
Lab. Telemídia, PUC-Rio
rafaeldiniz@telemidia.puc-rio.br

9 de abril de 2013

**Resumo**

O Sistema Brasileiro de Rádio Digital foi instituído em 30 de março de 2010 através da portaria nº 290 assinada pelo então Ministro das Comunicações Hélio Costa em seu último dia no cargo. A portaria não define uma norma técnica para o sistema.

É de grande relevância que o novo sistema de radiodifusão digital possua um middleware que atenda às necessidades de todos os atores envolvidos com o rádio brasileiro e permita novas utilizações do meio, que já está em operação no país a mais de 90 anos (desde 7 de setembro de 1922).

O Ginga-NCL apresenta-se como a opção natural de middleware para o SBRD, dada a conjuntura em que quase todos os países independentes da América do Sul, com exceção da Colômbia, já o utilizam na Televisão Digital Terrestre, além de ser um desenvolvimento 100% brasileiro que utiliza uma tecnologia de reconhecida pelo ISDB-T Internacional e pela UIT. Um panorama sobre o desenvolvimento de um novo perfil do já consagrado Ginga-NCL para o Rádio Digital será discutido.

Este documento apresenta também, a título de contextualização, todos os padrões de Rádio Digital reconhecidos pela UIT (União Internacional de Telecomunicações). Um maior detalhamento na caracterização é dado aos dois padrões que estão sendo considerados para adoção no país (Ver site do Ministério das Comunicações): O padrão proprietário *HD Radio* (também conhecido como "Iboc") e O *Digital Radio Modiale* (DRM), um padrão aberto e que utiliza tecnologias já consagradas. Este último padrão será utilizado como referência na definição do novo perfil (ou perfis) do Ginga-NCL pensado para utilização no SBRD.

# Sumário

# 1 O Sistema Brasileiro de Rádio Digital

Portaria nº 290, de 30 março de 2010

Publicada no Diário Oficial da União em 31 de março de 2010.

Institui o Sistema Brasileiro de Rádio Digital - SBRD e dá outras providências.

O MINISTRO DE ESTADO DAS COMUNICAÇÕES, no uso das atribuições que lhe confere o art. 87, parágrafo único, inciso IV, da Constituição, e considerando o disposto no art. 27, inciso IV, alínea "b", da Lei no 10.683, de 27 de maio de 2003, resolve:

Art. 1o Fica instituído, por esta Portaria, o Sistema Brasileiro de Rádio Digital - SBRD.

Art. 2o Para o serviço de radiodifusão sonora em Onda Média (OM) e em Frequência Modulada (FM) deve ser adotado padrão que, além de contemplar os objetivos de que trata o art. 3o, possibilite a operação eficiente em ambas as modalidades do serviço.

Art. 3o O SBRD tem por finalidade alcançar, entre outros, alcançar os seguintes objetivos:

I - promover a inclusão social, a diversidade cultural do País e a língua pátria por meio do acesso à tecnologia digital, visando à democratização da informação;

II - propiciar a expansão do setor, possibilitando o desenvolvimento de serviços decorrentes da tecnologia digital como forma de estimular a evolução das atuais exploradoras do serviço;

III - possibilitar o desenvolvimento de novos modelos de negócio adequados à realidade do País;

IV - propiciar a transferência de tecnologia para a indústria brasileira de transmissores e receptores, garantida, onde couber, a isenção de royalties;

V - possibilitar a participação de instituições brasileiras de ensino e pesquisa no ajuste e melhoria do sistema de acordo com a necessidade do País;

VI - incentivar a indústria regional e local na produção de instrumentos e serviços digitais;

VII - propiciar a criação de rede de educação à distância;

VIII - proporcionar a utilização eficiente do espectro de radiofreqüências;

IX - possibilitar a emissão de simulcasting, com boa qualidade de áudio e com mínimas interferências em outras estações;

X - possibilitar a cobertura do sinal digital em áreas igual ou maior do que as atuais, com menor potência de transmissão;

XI - propiciar vários modos de configuração considerando as particularidades de propagação do sinal em cada região brasileira;

XII - permitir a transmissão de dados auxiliares;

XIII - viabilizar soluções para transmissões em baixa potência, com custos reduzidos; e

XIV - propiciar a arquitetura de sistema de forma a possibilitar, ao mercado brasileiro, as evoluções necessárias.

Art. 4o Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

HÉLIO COSTA

## 2 Os padrões de rádio digital reconhecidos pela UIT

A UIT é um órgão que foi criado em 1865 com o nome de União Internacional do Telégrafo com o objetivo de facilitar a interconexão das redes nacionais dos 20 Estados membros iniciais. Posteriormente teve seu nome mudado para União Internacional de Telecomunicações e foi incorporada pela ONU, possuindo atualmente representantes de 192 países. Dentre outras atribuições a organização define e reconhece normas de utilização do espectro de radiofrequências como padrões de radiodifusão sonora terrestre, como AM e FM, e mais recentemente padrões de radiodifusão sonora terrestre digital, que é o foco nesse texto.

A seguir encontra-se uma lista dos padrões reconhecidos para radiodifusão sonora terrestre de acordo com as recomendações *ITU-R BS.1114-7 (12/2011): Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30-3.000 MHz* e *ITU-R BS.1514-2 (03/2011) System for digital sound broadcasting in the broadcasting bands below 30 MHz.* Vale ressaltar os padrões DRM e IBOC/HD Radio estão presentes nas duas recomendações, sendo os únicos dois padrões da ITU-R BS.1514-2.

### 2.1 ISDB-Tsb

O *Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial sound broadcasting* é o padrão japonês de Rádio Digital desenvolvido pela empresa pública para radiodifusão do Japão, a NHK. O sistema é baseado no sistema de TV Digital japonês ISDB-T, que foi criado para suceder o padrão Hi-Vision/MUSE (Multiple sub-Nyquist sampling encoding), que foi o primeiro sistema de HDTV do mundo.

Ele é muito semelhante ao ISDB-Tb utilizado no Brasil para TV Digital. Dentre as normas que o diferem do ISDB-T (ARIB B31 e ARIB B21) estão a ARIB STD-B29 (transmissão do ISDB-Tsb) e a ARIB STD-B30 (recepção do ISDB-Tsb), sendo que todas as outras normativas relacionadas a codificação dos dados e áudio (ISO/IEC 13818 Part 7), sinalização e multiplexação (MPEG2-TS) são compartilhadas com o padrão ISDB-T.

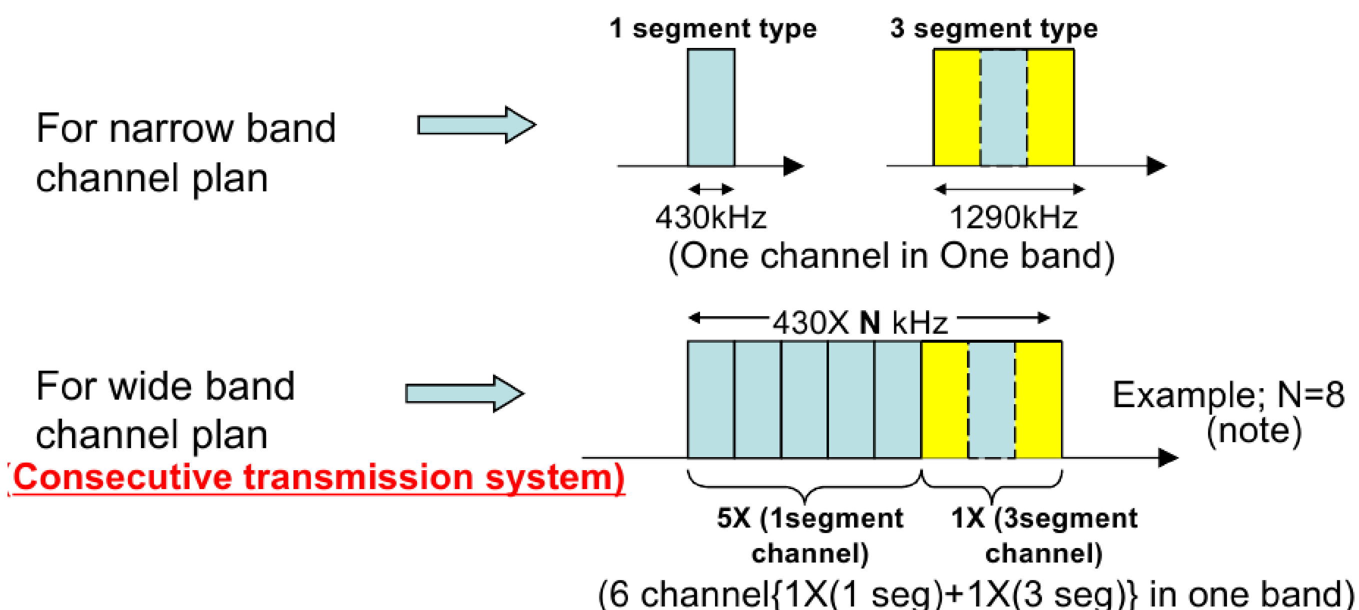
O ISDB-Tsb utiliza a modulação BST-OFDM. O ISDB-T segmenta o canal de TV de 6MHz (onde o canal de TV tem 6 MHz, como nas Américas por exemplo) em 13 segmentos. O ISDB-Tsb utiliza o mesmo tamanho de segmento do ISDB-T, no entanto opera com somente 1 ou 3 segmentos. No modo de 1 segmento ocupa aproximadamente 430kHz e no modo de 3 segmentos ocupa 1290kHz. A canalização da TV é utilizada como referência, sendo que canais de VHF da TV analógica foram alocados para o ISDB-Tsb após o switch-off da TV analógica. Abaixo temos ilustrado a ocupação espectral do ISDB-Tsb.

DRP

# 6.3 Efficient use of frequency resource

**(Flexibility of channel plan)**

For ISDB-Tsb transmission system, any type as follows are available according to usable bandwidth



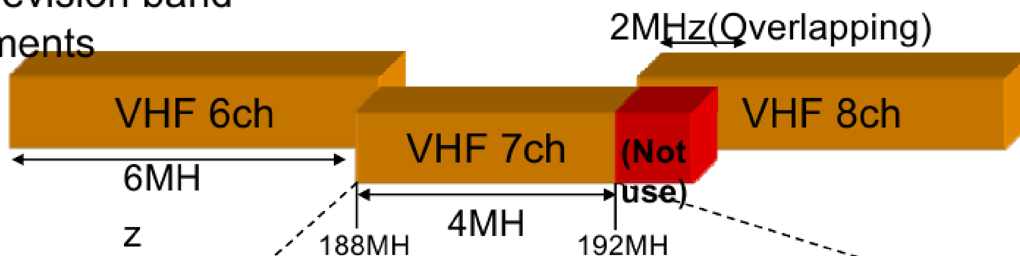

(note) Any number of segment(up to 13) are available

Abaixo temos um exemplo de como as transmissões ISDB-Tsb podem ficar acomodadas dentro de um canal de TV peculiar do contexto japonês de alocação do espectro (no qual os canais 7 e 8 de TV possuem 2MHz sobrepostos).

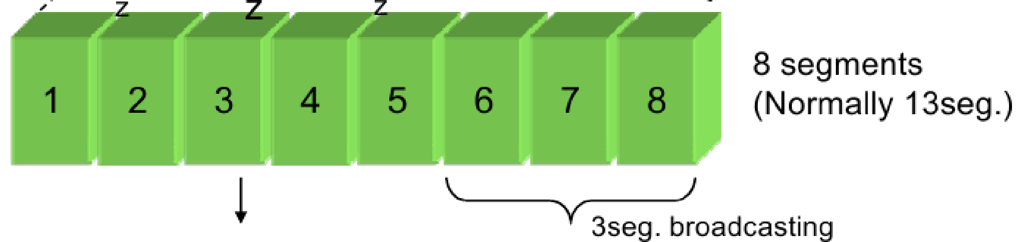
DRP

# 6.4 Trial Services of DRP

VHF television band assignments




Segment structure




Broadcast programs

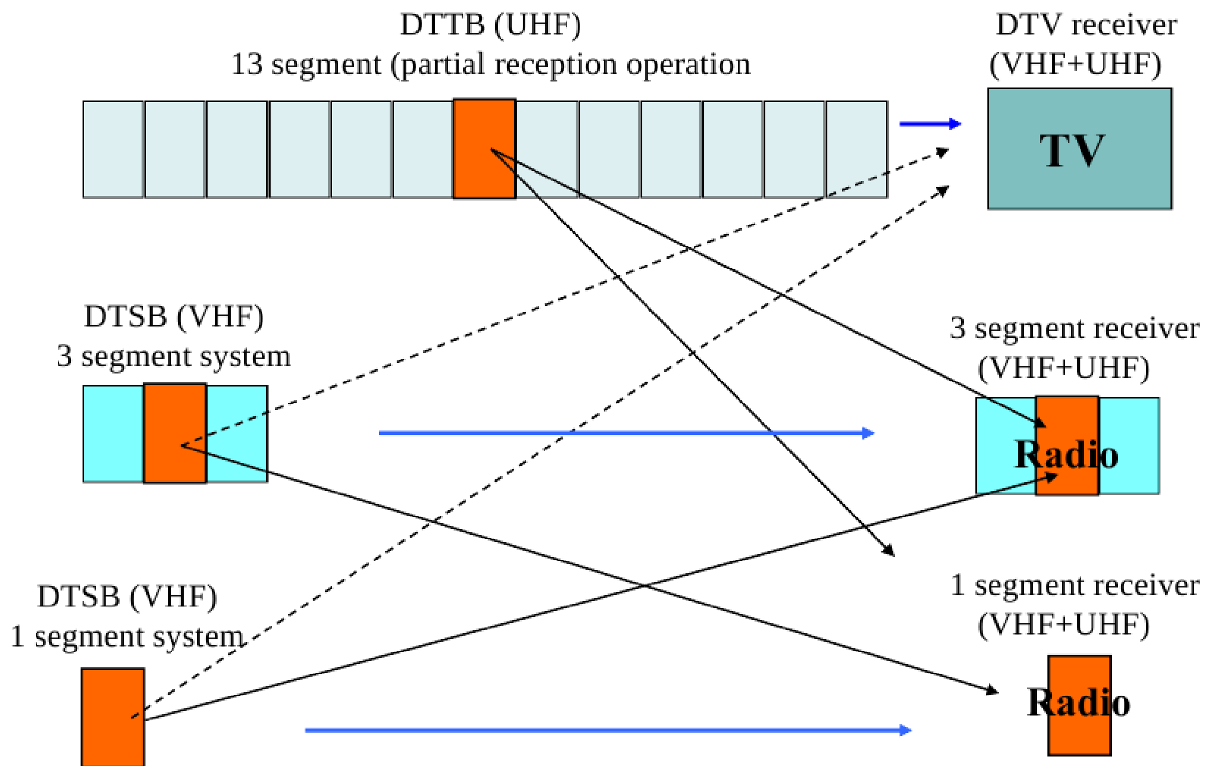



Above example is Tokyo station , Osaka's all programs are 1seg. broadcasting.

Pelo fato do ISDB-Tsb adicionar um novo modo de transmissão no qual diferentes sítios de transmissão emitem segmentos distintos dentro da banda de um canal de TV, nem todos os modos de transmissão do ISDB-Tsb podem ser recebidos por um receptor ISDB-T, seja ele 1seg ou FullSeg, como a figura abaixo ilustra.

DRP

## 6.2 Commonality with ISDB-T
### (Digital radio/digital TV compatible receiver)




Abaixo exemplos de bitrates do ISDB-Tsb.

### Example of information bit-rate(TS rate)

| | 1segment | 3segment | note |
|---|---|---|---|
| QPSK, r=1/2,Tg=1/4 | 280kbps | 0.84Mbps | **Minimum rate** |
| QPSK, r=1/ 2,Tg=1/16 | 330kbps | 0.99Mbps | |
| QPSK, r=2/3,Tg=1/16 | 440kbps | 1.32Mbps | |
| 16QAM, r=1/2.Tg=1/16 | 660kbps | 1.98Mbps | |
| 64QAM,r=7/8,Tg=1/32 | 1.87Mbps | 5.20Mbps | **Maximum rate** |
| Bandwidth | 430kbps | 1.3Mbps | |

**O ISDB-Tsb assim como o ISDB-T utiliza a norma ARIB B24 (BML) para definir o *middleware* do sistema.**

Pelo fato do ISDB-Tsb ocupar uma grande largura de banda para a transmissão de somente

um fluxo de áudio, várias programações devem ser transmitidas simultaneamente, fato que exige um operador de rede. Esse modelo foi descartado pelo Brasil por ser incompatível com o modelo dominante de radiodifusão nacional (voltado para o mercado, competição pela audiência entre as emissoras, na qual produção e difusão estão intimamente conectados) e este padrão não está sendo considerado no país.

## 2.2 DAB

O Digital Audio Broadcast, também conhecido como o Eureka-147 (nome do grupo de trabalho formado para desenvolver o rádio digital em 1985, financiado pela UE) foi o primeiro padrão de Rádio Digital para radiodifusão sonora terrestre que foi desenvolvido no mundo no final da década de 1980.

É atualmente gerido por um fórum internacional, o WorldDMB, e possui evoluções conhecidas como DAB+ e DMB. Como parte do projeto Eureka-147 foi desenvolvido o codificador de áudio chamado MUSICAM que durante o processo de desenvolvimento do padrão evoluiu e foi normatizado como MPEG-1 Audio Layer II (ISO/IEC 11172-3) e que é o codificador de áudio do DAB. A modulação utilizada pelo sistema é a COFDM, sendo que as portadoras utilizam DQPSK (Differential Quadrature Phase-Shift Keying).

Um canal DAB tem 1.537kHz de largura de banda e é comumente chamado de bloco. É utilizado na banda III do VHF (174–240 MHz) ou na banda L (1452–1492 MHz). O multiplex nacional DAB da BBC por exemplo transmite 10 programações (BBC Radio 1, BBC Radio 2, BBC Radio 3, BBC Radio 4, BBC Radio 5 Live, BBC 6 Music, BBC Radio 7, BBC 1Xtra, BBC Asian Network, BBC World Service).

O DAB é definido pela norma ETSI 300 401 e recebeu atualizações na forma do DAB+ (ETSI TS 102 563), no qual o codificador de áudio MPEG-1 foi trocado pelo AAC HEv2 (ISO/IEC 14496-3), e o DMB (Digital Multimedia Broadcasting), perfil voltado para TV móvel e serviços multimídia.

**O DAB e DAB+ permitem a transmissão de Broadcast WebSite (MOT WBS, um tipo de HTML sem referências externas, definido em ETSI TS 101 498) e Journaline (uma representação binária comprimida de um documento XML com recursos de revista eletrônica do Fraunhofer Institute)**. Abaixo segue uns exemplos de telas do Jounaline.

Sports - Germany - Soccer
Bundesliga 32nd Round
[Second Bundesliga 32nd Round]
Regional League North
[Regional League South]

Soccer - Bundesliga 32nd Round (16:15)
TSV 1860 - Cottbus 3:0
Dortmund - Nürnberg 4:1
Hertha - Bayern 3:6
Stuttgart - Bremen 0:1

**O DMB permite a transmissão de BIFS (BInary Format for Scenes, definido na ISO/IEC 14496-11).**

Abaixo segue a lista das aplicações suportadas ou não suportadas pelo DAB/DAB+/DMB (retirada de http://www.worlddab.org/introduction_to_digital_broadcasting/applications_list):

| | DAB | DAB+ | DMB |
|---|---|---|---|
| BIFS<br>BIFS is an abbreviation for "BInary Format for Scenes". BIFS provides a complete framework for the presentation engine of MPEG-4 terminals. BIFS enables various MPEG-4 media to be mixed together with 2D and 3D graphics, handle interactivity, and deal with the local or remote changes of the scene over time. BIFS has been designed as an extension of the VRML 2.0 specification in a binary form. | ✗ | ✗ | ✓ |
| Broadcast Website<br>The Broadcast Website application enables the transmission of complete web sites for offline use in a digital radio receiver, which needs to be equipped with web browser software. Besides linked HTML pages, also multimedia elements like images, animated graphics, mp3 files or videos can be offered. | ✓ | ✓ | ✗ |
| EPG - Electronic Program Guide<br>Electronic Program Guide (EPG) for DAB is designed to offer similar features for the user as television EPG but for radio and associated data services. | ✓ | ✓ | ✗ |
| Journaline<br>Journaline is a quite young data service, which was internationally standardized by the WorldDMB Forum for use in DAB and DRM in fall of 2007. Its core functionality resembles that of an electronic magazine or teletext on a TV set. | ✓ | ✓ | ✗ |
| Slideshow<br>Slideshow makes it easy to enhance your digital radio broadcasts with visuals using standard web image formats, and standard web publishing tools. Anything that you can turn into a JPEG, PNG or APNG (Animated PNG) can be broadcast over DAB and accurately triggered to appear in time with the audio. | ✓ | ✓ | ✗ |
| Surround Sound<br>"Bring Carnegie Hall to your living room!" could be the slogan for multi-channel music. The sound experience is made possible by a special setup of speakers, the so-called 5.1 surround home theatre system. Three of the five speakers are positioned in front of the listener, two in the rear, while the subwoofer produces the resounding low notes and can be placed out of sight. The listener is instantly engulfed by the music and is able to feel it physically. This spatial experience is created by delivering the ambient reflections and reverberation tails of a concert hall or of a studio environment via the rear speakers. Through the integration of the center speaker, the sound panorama remains stable in a larger space. Additionally, the surround-sound effect encompasses the listener from all directions. | ✓ | ✓ | ✗ |
| TMC / TPEG<br>Traffic and Travel Information | ✓ | ✓ | ✓ |

Pelo mesmo motivo do ISDB-Tsb, o DAB também não está sendo considerado para adoção pelo Brasil.

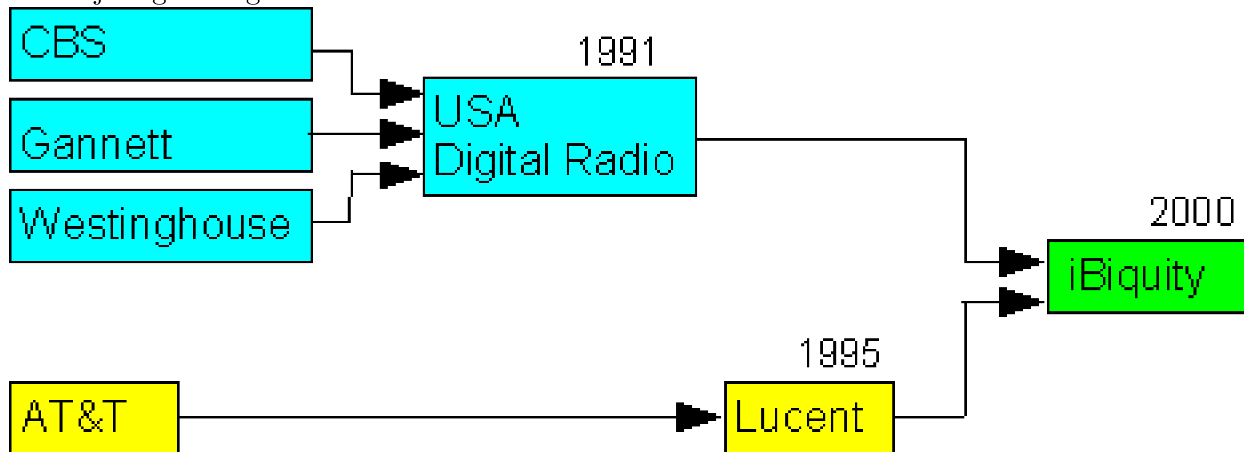
## 2.3 IBOC HD Radio

O IBOC (In Band On Channel) HD Radio (Hybrid Digital Radio) é o padrão norte-americano de Rádio Digital. Ele foi desenvolvido principalmente por um grupo chamado USA Digital Radio Partners (USADR), formado pelas CBS, Gannett e Westinghouse Group, somados à AT&T e Amati, reunidas para tal tarefa em 1991.

Após anos de desenvolvimento, em 1999, Lucent Digital Radio (novo nome da AT&T) , USA Digital Radio (USADR) e Digital Radio Express começam testes com diferentes propostas de padrões de rádio digital que foram apresentadas ao National Radio Systems Committee (NRSC), que lança uma consulta pública neste ano.

Em 2000, as duas principais proponentes, Lucent Digital Radio e a USADR se fundem, e com uma injeção de capital de risco das empresas que desenvolveram as tecnologias, a Ibiquity Digital Corporation é fundada como a única empresa licenciadora do sistema até então chamada de IBOC. Pouco depois, em 2002, a NRSC define o IBOC como a norma única do radio digital estadunidense e publica a norma NRSC-5, atualmente na versão B (*NRSC-5-B: In-band/on-channel Digital Radio Broadcasting Standard*) sendo que alguns anos depois o IBOC recebe a marca HD Radio pela Ibiquity.

Veja a genealogia do IBOC:




O HD Radio é um padrão proprietário da Ibiquity e está definido para funcionamento nas bandas de Ondas Médias (banda onde usa-se atualmente a modulação AM) e VHF banda II (banda do FM). Durante a fase de testes dois codificadores de áudio foram testados, o Fraunhofer MPEG-AAC e o Lucent PAC, no entanto em 2002 a Ibiquity decidiu por uma opção da então sueca *Coding Technologies*, o HDC, um codificador de áudio não normatizado e segredo industrial (ver Fig. que funciona de forma semelhante ao AAC, mas de forma incompatível.

Abaixo um fluxograma ilustrando a definição do padrão de rádio digital nos EUA:

GEN docket 90-357
DARS

Notice of Inquiry (NOI) 1990

Report and Order (R&O) 1995

definição do S-DARS

zona de silêncio

1998
Petition for Rulemaking

MM docket 90-325
DAB

1999
Notice of Proposed Rule Making (NPRM)

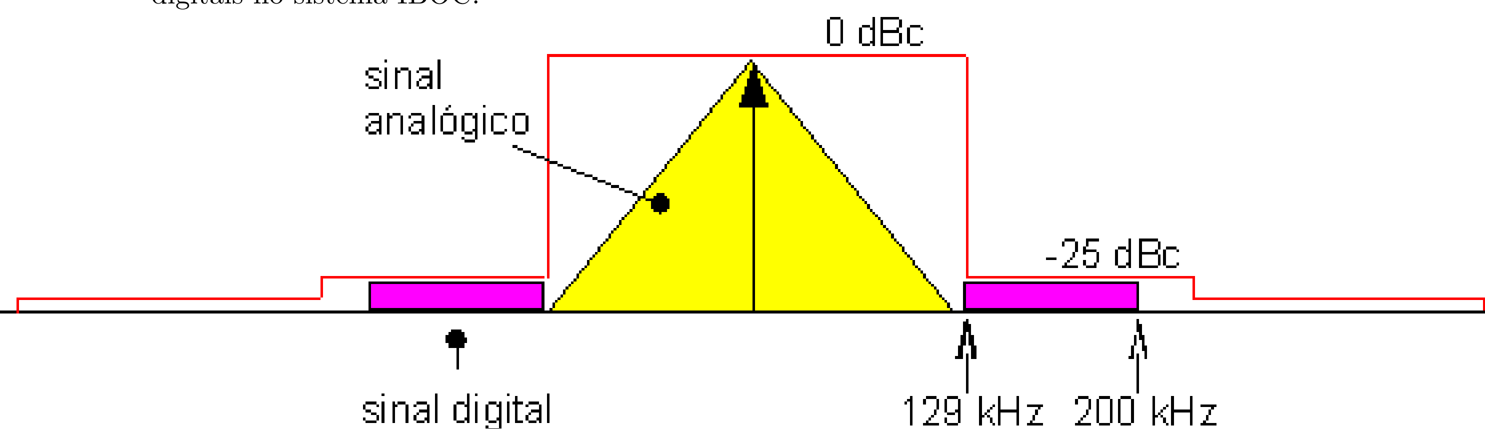
2002
First Report and Order

2004
Further NPRM

FCC decide adotar IBOC da iBiquity (somente para o modo híbrido)

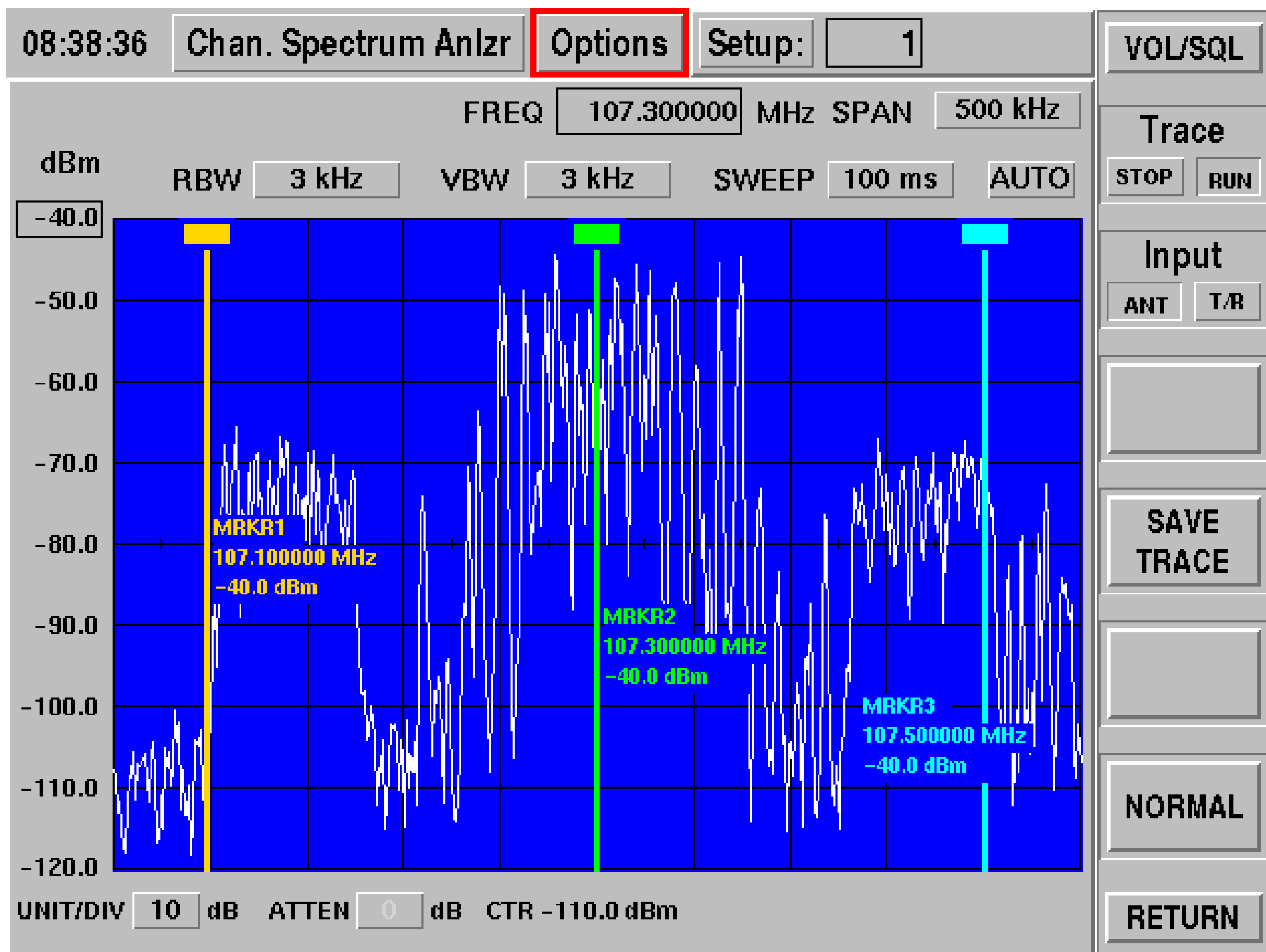
consulta para definição do serviço

Ele é um padrão criado para funcionar na canalização da radiodifusão norte-americana e foi concebido com o objetivo de manter a alocação de canais existentes. O sinal analógico, AM ou FM-RDS, mantém-se inalterado e as portadoras digitais OFDM (o padrão OFDM já era então tido como o estado da arte para sistemas de comunicação que prevêem recepção móvel e indoor e foi escolhido unanimamente) são posicionadas nos dois canais primeiro-adjacentes (normalmente utilizados como canais de guarda entre uma estação e outra). A agência reguladora norte-americana, FCC, decidiu posteriormente relaxar as exigências da máscara de transmissão de forma a permitir mais potência na parte digital do sinal. Abaixo está exemplificado a forma de transmissão dos sinais analógicos e digitais no sistema IBOC.

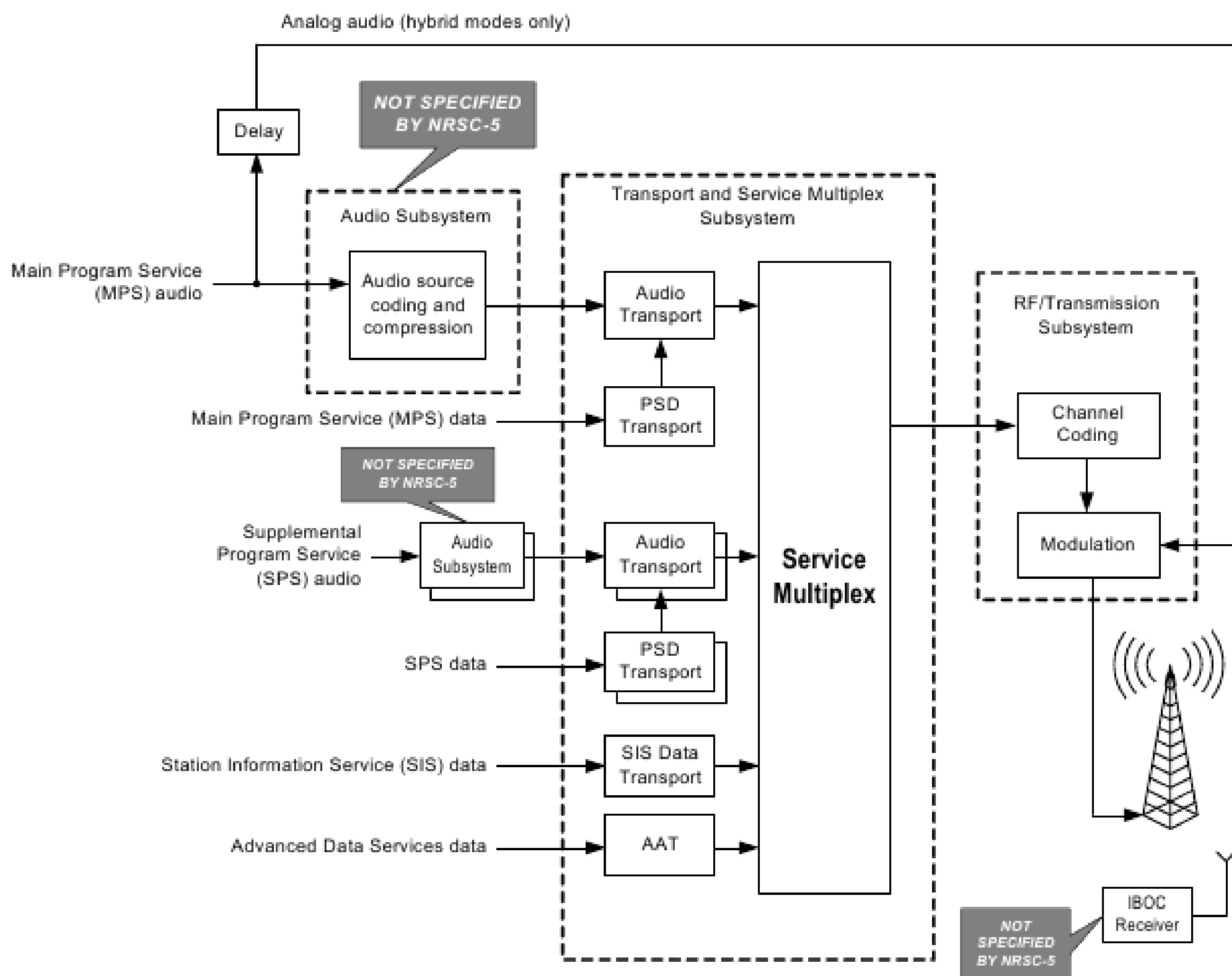



Podemos notar que o sistema IBOC (In Band, On Channel) na verdade é não IBOC, mas sim IBAC (In Band, Adjacent Channel).

Abaixo um exemplo de um sinal IBOC no ar.




Abaixo a figura 1, página 13 da NRSC-5-B, que dá um overview do IBOC. Atenção especial às menções “NOT SPECIFIED BY NRSC-5”, duas das quais estão apontadas para “Audio Subsystem”, explicitando o fato do codificador do HD Radio, o HDC, ser secreto, sendo que nenhum documento público existe à respeito desse codificador de áudio.




O IBOC possui vários modos de operação, nos quais um maior ou menor número de "partições de frequência" estão presentes ou não (dependendo se o sinal FM, por exemplo, possui serviços em sub-portadoras como RDS e TMCC). Quanto maior o número dessas partições, maior a quantidade de serviços secundários que podem ser transmitidos.

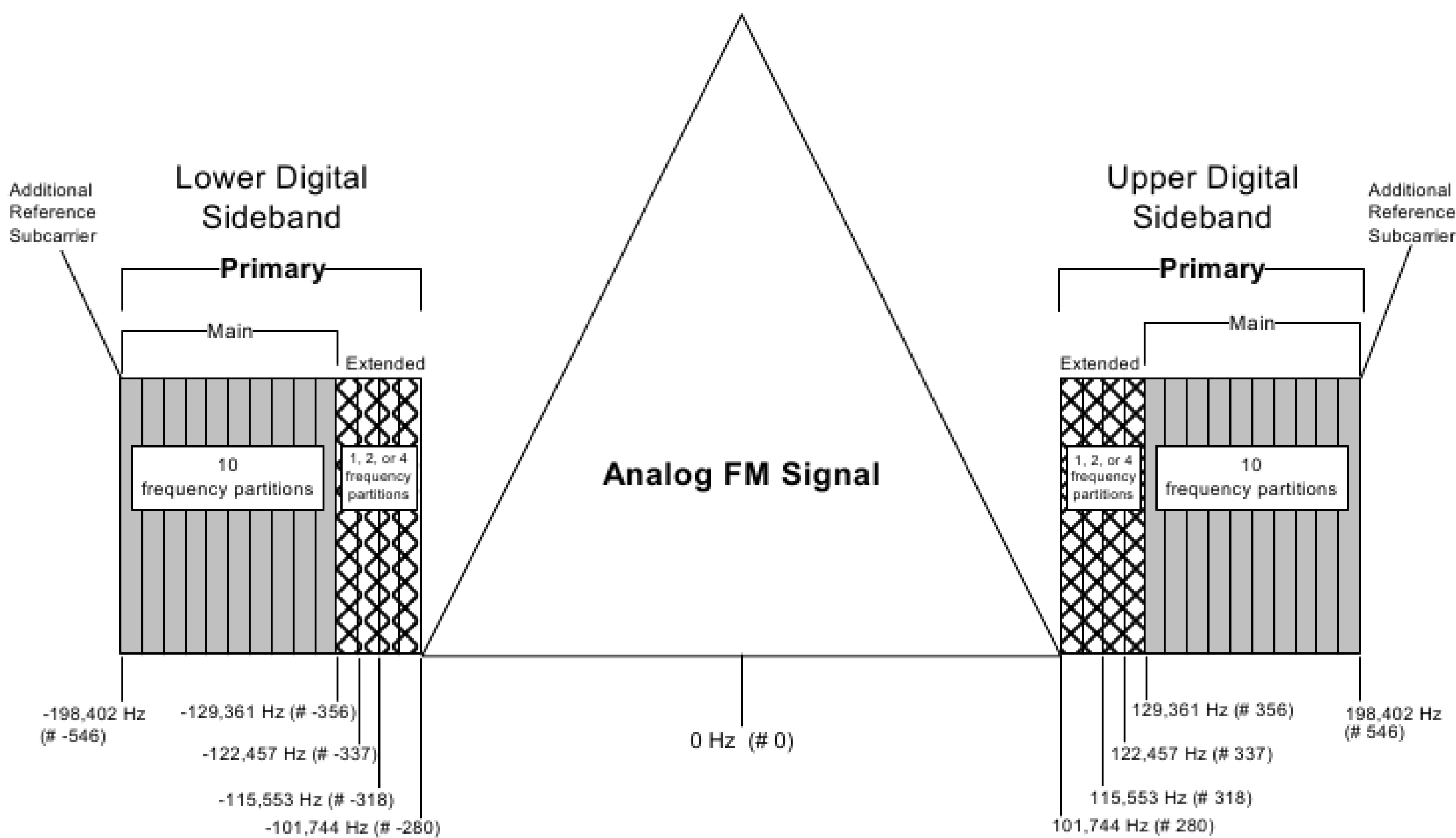



*Figure 7 Spectrum of the Extended Hybrid Waveform*

Para exemplificar, abaixo está a tabela com os modos de operação do IBOC para FM.

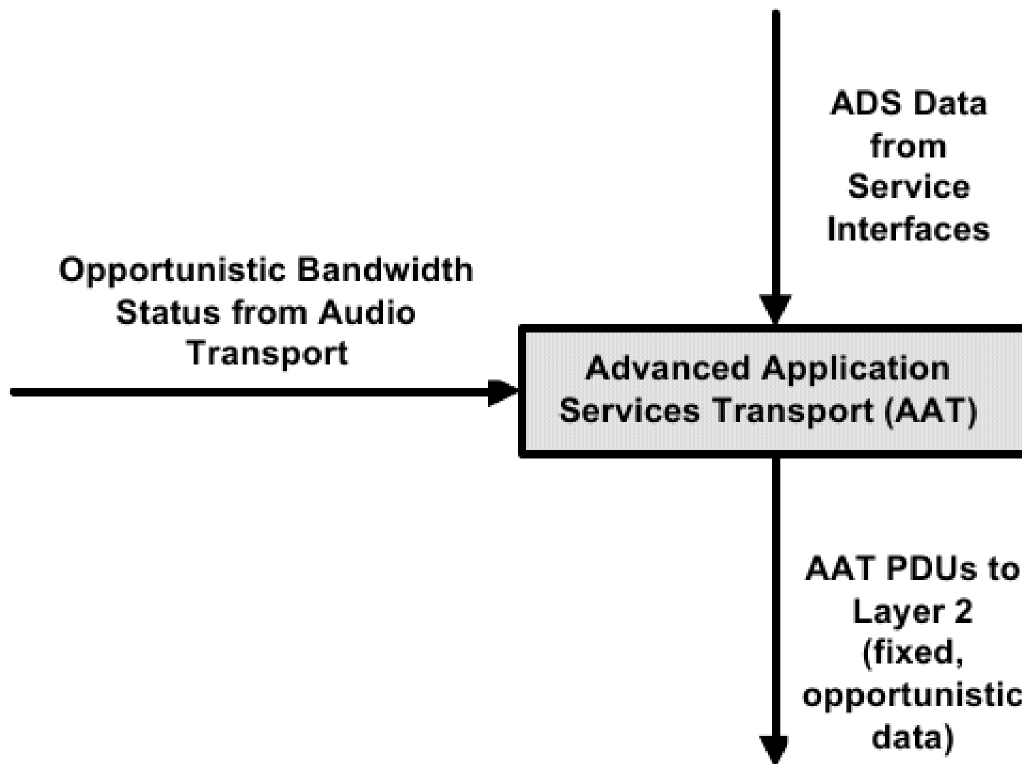
| Waveform | Primary Service Modes | Secondary Service Modes |
|---|---|---|
| Hybrid | MP1 | None |
| Extended Hybrid | MP2 – MP7 | None |
| All Digital | MP5 – MP7 | MS1 – MS4 |

O esquema de multiplexação do HD Radio utiliza o conceito de serviço como elemento principal do multiplex, sendo que cada serviço é composto por um agrupamento lógico de dados de aplicações. Os serviços possíveis são agrupados em três categorias:

- Core Services
  - Main Program Service (MPS), both audio (MPA) and data (MPSD)
  - Station Information Service (SIS)
- Supplemental services
  - Supplemental Program Service (SPS), both audio (SPA) and data (SPSD)
- Advanced Data Services (ADS)

Os serviços do tipo *Advanced Data Services* podem transportar qualquer tipo de informação digital

em forma de arquivos ou fluxo de dados. A norma NRSC-5 define um protocolo de transmissão de dados a bitrate constante ou a bitrate variável alocado de forma oportunística (dependendo da entropia do áudio sendo transmitido, quanto maior a entropia, menor o bitrate alocado oportunisticamente e vice-versa) chamado AAT (Advanced Application Services Transport).




O encapsulamento dos dados do AAT em pacotes segue um enquadramento semelhante ao HDLC (High-Level Data Link Control) utilizado pelo PPP (Point-to-Point Protocol), definido pela IETF na RFC-1662 ("PPP in HDLC-Like Framing").

Os serviços que o IBOC provê são:

| Service Name | Description | Typical Bit rate | Band | Sharing Service with audio | Composite Connections | Trade-Offs | Carried by Carriers P1/P3/SIS | Middleware Required | Receiver Process |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Multicasting** | Transmission of up to three more program channels. | 16-48 kbps | FM | Additional audio service. | Additional audio service. | Yes (bit for bit) | P1/P3 | Yes/Audio server | **Standard** |
| **PSD Data** | Song Title and Artist /Commercial Title | Included in CODEC data | AM/FM | Yes | Yes | None | P1/P3 | Yes/Studio Automation supporting ID3v2.3 | Standard |
| **Artist Experience** | Cover Art/Station Logo/Commercial Image | ~ 4kbps | FM | Synchronized to audio | Yes/trigger | Yes (bit for bit) | P1/P3/SIS | Yes/Studio Automation and MSAC | Advanced User Interface |
| **Active Alert** | Robust Digital Emergency Alert and Information Service | 100bps | AM/FM | No | Independent | None | SIS | Yes/Emergency Alert Manager | Basic User Interface |
| **Song Tagging** | Integrated Music commerce | Included in CODEC data (PSD) | AM/FM | Only Sync | Yes | None | P1/P3 | Yes/Studio Automation System supporting ID3v2.3 | Basic User Interface |
| **Traffic** | Traffic Event and Traffic Map Flow Data | 500bps - 5kbps | FM (Could be AM?) | No | Independent | Yes (bit for bit) | P1/P3 | Yes/Proprietary 3rd party traffic server (CCME, BTC) and MSAC | Advanced User Interface |
| **Journaline** | Text services News/Weather/ Sports | ~ 2kbps | FM (Could be AM?) | No | Independent | Yes (bit for bit) | P1/P3 | Yes/3rd party license and server (FhG) and MSAC | Advanced User Interface |
| **Electronic Program Guide** | Textual listing of program schedules for all stations in an area. | Adjustable (2kbps – 11kbps) | FM | No | Independent | Yes (bit for bit) | P1/P3 | Yes/Backend service bureau and MSAC | Advanced User Interface |
| **Surround Sound** | Data for Surround Sound decoding | Audio Watermark no data usage | FM | Yes | Embedded in audio | None | P1 | No/Audio Content source watermarked | Advanced Audio Decoding |
| **Tag Station** | Interactive data services for smart phones with integrated digital radio. | typical 14kbps | FM | Yes, but may be independent | Yes, but may be independent | Yes (bit for bit) | P1/P3 | Yes/Tag Station Server and MSAC | Advanced User Interface |
| **Single Frequency Network** | Synchronous repeater or "booster" | No data usage | FM | Only Sync | Yes | None | N/A. Embedded in Layer1 waveform | No, but manufacturer interface and transmission hardware integration | None |

**O HDRadio é compatível com a tecnologia *NextRadio*, uma tecnologia proprietária que permite exibir no receptor dados relacionadas ao áudio sendo reproduzido, caso o receptor esteja conectado à internet.**

## 2.4 Digital Radio Mondiale

O Digital Radio Mondiale é um padrão de rádio digital que foi desenvolvido e é mantido por um consórcio do qual são membros empresas fabricantes de equipamentos e tecnologia para Broadcasting como Ampegon, Harris, Continental Electronics e BT Broadcast Transmitters (brasileira), institutos de pesquisa e universidades como o Fraunhofer Institute, Universidade de Hannover, grandes radiodifusores, como a Teledifusion de France, All India Radio, NHK, BBC World Service, Deutsche Welle,

RAI, Vatican Radio, Voice of Russia, fabricantes de receptores como Kenwood e JVC e outras organizações.

O padrão DRM desde sua concepção em 1998 na reunião de Guangzhou, na China, foi pensado e concebido como um padrão de rádio global, sendo reconhecido por órgãos internacionais como a UIT e pela ETSI (European Telecommunications Standards Institute). A motivação inicial do DRM era prover um sistema que permitisse a digitalização das emissoras em Ondas Médias e Ondas Curtas.

### 2.4.1 A norma do Digital Radio Mondiale

A norma mais recente que descreve o Digital Radio Mondiale é a ETSI ES 201 980 V3.2.1 (2012-06).

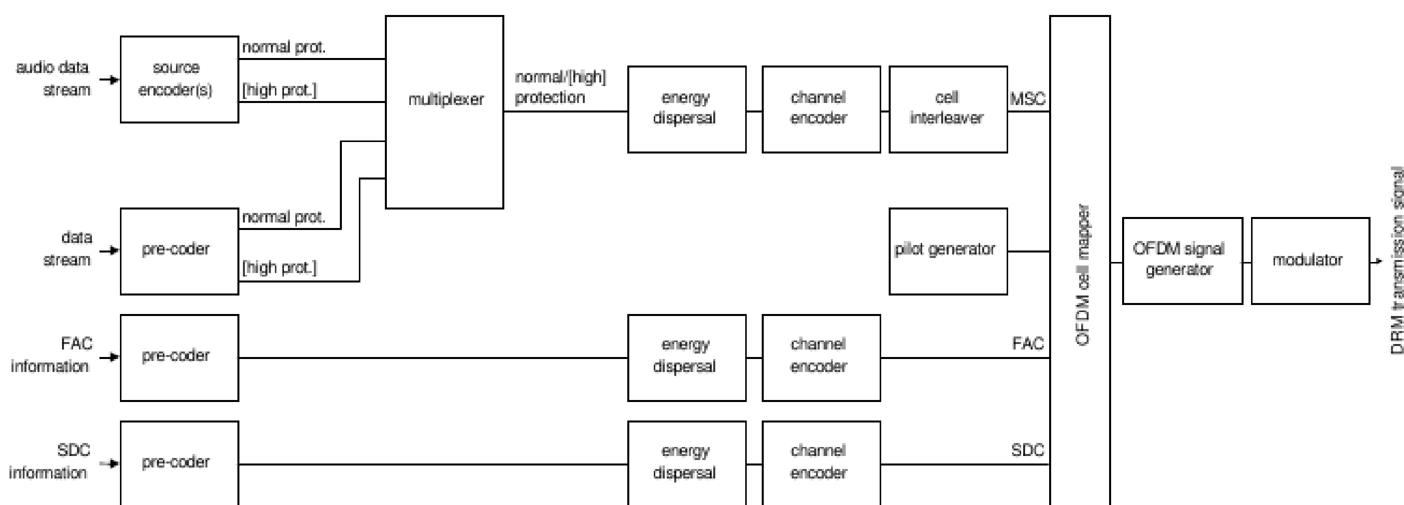
### 2.4.2 Frequências de operação

O DRM é o único sistema que opera em todas as bandas de radiodifusão sonora terrestre disponíveis no mundo. No caso região 2 da UIT (Américas), as frequências de radiodifusão são:

- Ondas Médias: 525 kHz a 1 705 kHz
- Ondas Curtas: Um conjunto de bandas de frequência localizadas entre 2,3MHz e 27MHz
  - Ondas Tropicais: Banda utilizada principalmente entre os trópicos, entre 2300 kHz e 5060 kHz
- VHF: Distintas faixas de frequência alocadas para radiodifusão
  - Banda I: Atualmente alocada para transmissão de TV analógica (desligamento previsto para 2016 mas deve ser antecipado), entre 47 MHz a 88 MHz
  - Banda II: A atual banda do FM, entre 87,5 MHz (overlap de 500kHz com o canal 6 de TV) a 107,9 MHz
  - Banda III: Atualmente alocada para transmissão de TV, entre 174 MHz a 240 MHz

### 2.4.3 Esquema de modulação

O DRM usa a modulação COFDM (Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) e define 3 diferentes canais distintos para multiplexação (ver Figura 1):




São eles:

- FAC: Fast Access Channel (Canal de Acesso Rápido), contém as informações necessárias para a demodulação do multiplex como parâmetros de codificação do canal (ex: ocupação de banda ou profundidade do entrelaçamento temporal) do DRM assim como informações básicas do serviço, úteis para o propósito de escaneamento do espectro por parte de um receptor.

- SDC: Service Description Channel (Canal de Descrição do Serviço), contém as informações necessárias para de-multiplexação do Canal de Serviço Principal (Main Service Channel), assim como informações que caracterizam os serviços presentes no multiplex (como nome e codificador de áudio), as frequências alternativas para recepção (a robustez do SDC é maior que a robustez do MSC) e o horário no formato UTC. O formato de dados do SDC é o seguinte:
  - AFS index - 4 bits (quando assume valor não zero indica re-configuração do multiplex)
  - data field - n bytes. Contém as outras informações úteis que o SDC carrega como o nome dos serviços e o tipo de proteção aplicado ao quadro OFDM
  - CRC - 16 bits
  - padding - k bits

| Data entity | Name | Version flag mechanism | Repetition rate |
|---|---|---|---|
| 0 | Multiplex description | reconfiguration | every SDC block |
| 1 | Label | unique | every SDC block |
| 2 | Conditional Access Parameters | reconfiguration | as required |
| 3 | AFS - Multiple frequency network information | list | standard |
| 4 | AFS - Schedule definition | list | standard |
| 5 | Application information | reconfiguration | as required |
| 6 | Announcement support and switching | list | standard |
| 7 | AFS - Region definition | list | standard |
| 8 | Time and date information | unique | once per minute |
| 9 | Audio information | reconfiguration | every SDC block |
| 10 | FAC channel parameters | reconfiguration | every SDC block when FAC reconfiguration index is non-zero |
| 11 | AFS - Other services | list | standard |
| 12 | Language and country | unique | standard |
| 13 | AFS – Region definition | list | standard |
| 14 | Packet stream FEC parameters | reconfiguration | every SDC block when FEC for packet mode is used |

- MSC: Main Service Channel (Canal de Serviço Principal), contém toda a informação dos serviços transmitidos pelo multiplex DRM, incluindo serviços de áudio e dados. O multiplex pode carregar de 1 a 4 serviços que podem ser áudio (na verdade áudio e opcionalmente mais um bloco de dados associados ao serviço) ou dados.

São definidos também modos de robustez. Os modos são nomeados de A a E, sendo os modos de A a D (conhecidos em conjunto como DRM30) para a faixa de frequência abaixo dos 30MHz e o modo E (conhecido como DRM+) para frequências acima de 30MHz.

No caso do DRM30, o modo A é o modo menos robusto mas que permite maior taxa de envio de informação, nos modos B e C vão se invertendo a relação *robustez / taxa de transmissão* até que o modo D é definido como o mais robusto mas que permite menor taxa de envio de informação (mais resistente ao espalhamento dopler, desvanecimento, multicaminho e interferência impulsiva). O modo E é o modo para a faixa do VHF.

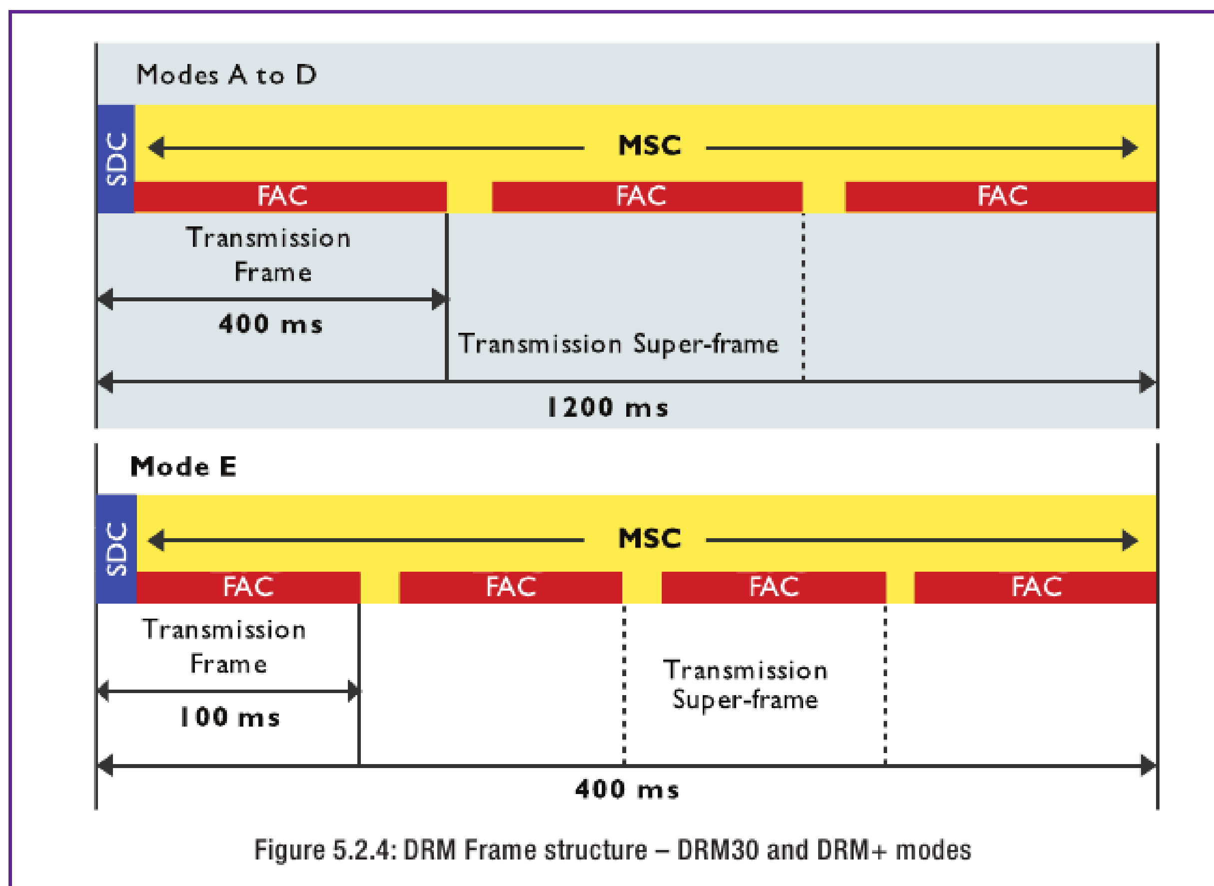


Figure 5.2.4: DRM Frame structure – DRM30 and DRM+ modes

| Mode | MSC QAM options | Bandwidth options (kHz) | Typical uses | |
|---|---|---|---|---|
| A | 16, 64 | 4.5, 5, 9, 10, 18, 20 | LF & MF ground-wave, 26MHz band line-of-sight | DRM30 modes |
| B | 16, 64 | 4.5, 5, 9, 10, 18, 20 | HF & MF transmission on sky-wave | |
| C | 16, 64 | 10, 20 | Difficult sky-wave channels on HF | |
| D | 16, 64 | 10, 20 | NVIS sky-wave (highest Doppler & delay spread) | |
| E | 4, 16 | 100 | VHF transmissions in the bands above 30 MHz | DRM+ |

Além dos modos de robustez o DRM permite escolher o tipo de modulação das subportadoras OFDM do MSC, QAM-16 e QAM-64 no caso do DRM30, e QAM-4 e QAM-16 para o DRM+.

Com relação ao FEC (Forward Error Correction) o DRM permite seu ajuste, e também permite aumentar ou diminuir o entrelaçamento no tempo do sinal DRM30 (short interleave ou long interleave, aumentando ou diminuindo a robustez a ruídos impulsivos em detrimento da latência de transmissão).

### 2.4.4 Ocupação espectral

As larguras de banda espectral possíveis para os modos A até D são 4,5kHz, 5kHz (meio canal), 9kHz, 10kHz (canal inteiro), 18kHz ou 20kHz (canal duplo). Para o modo E a largura de banda espectral é de 100kHz.

### 2.4.5 Bitrates disponíveis

| | | | Nominal Signal Bandwidth (kHz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mode | MSC Modulation (nQAM) | Robustness level | 4.5 | 5 | 9 | 10 | 18 | 20 | 100 |
| | | | Approx. available bit rate kb/s (equal error protection, standard mapping) | | | | | | |
| A | 64 | Min. | 14.7 | 16.7 | 30.9 | 34.8 | 64.3 | 72.0 | |
| | | Max. | 9.4 | 10.6 | 19.7 | 22.1 | 40.9 | 45.8 | |
| | 16 | Min. | 7.8 | 8.8 | 16.4 | 18.4 | 34.1 | 38.2 | |
| | | Max. | 6.3 | 7.1 | 13.1 | 14.8 | 27.3 | 30.5 | |
| B | 64 | Min. | 11.3 | 13.0 | 24.1 | 27.4 | 49.9 | 56.1 | |
| | | Max. | 7.2 | 8.3 | 15.3 | 17.5 | 31.8 | 35.8 | |
| | 16 | Min. | 6.0 | 6.9 | 12.8 | 14.6 | 26.5 | 29.8 | |
| | | Max. | 4.8 | 5.5 | 10.2 | 11.6 | 21.2 | 23.8 | |
| C | 64 | Min. | | | | 21.6 | | 45.5 | |
| | | Max. | | | | 13.8 | | 28.9 | |
| | 16 | Min. | | | | 11.5 | | 24.1 | |
| | | Max. | | | | 9.2 | | 19.3 | |
| D | 64 | Min. | | | | 14.4 | | 30.6 | |
| | | Max. | | | | 9.1 | | 19.5 | |
| | 16 | Min. | | | | 7.6 | | 16.2 | |
| | | Max. | | | | 6.1 | | 13.0 | |
| E | 16 | Min. | | | | | | | 186.3 |
| | | Max. | | | | | | | 99.4 |
| | 4 | Min. | | | | | | | 74.5 |
| | | Max. | | | | | | | 37.2 |

### 2.4.6 Codificadores de áudio

Os codificadores de áudio permitidos pelo DRM pertencem à família de codificadores da norma MPEG4 Parte 3. Além dos codificadors a ferramenta MPEG Surround (MPS) também pode ser utilizada em conjunto com codificador MPEG-4 AAC HE para a transmissão multicanal 5.1 ou 7.1. A norma que descreve o MPEG Surround é a MPEG-D - Parte 1.

Segue a lista dos codificadors permitidos:

- AAC HE: Encoder de áudio para música e voz, transmissão mono com qualidade próxima a de FM mono a 14 kbit/s e estéreo com qualidade próxima a de FM estéreo usando-se a ferramenta “Parametric Stereo” a 18 kbit/s. Para transmissão 5.1 usando-seferramenta “MPS” um valor de bitrate para uma experiência surround é 48 kbit/s.
- CELP: Disponível para os modos de robustez A a D, provê qualidade de telefonia para voz a 8 kbit/s. Faixa de operação vai de 4 kbit/s até 20 kbit/s.
- HVXC: Disponível para os modos de robustez A a D, provê qualidade próxima a de telefonia a baixíssimos bitrates. Opera em taxa fixa de 2 kbit/s ou 4 kbit/s.

A ferramenta SBR (Spectral Band Replication) pode ser usada com qualquer um dos codificadores disponíveis.

Além dos codificadores definidos pelo padrão, pelo menos um teste com outro codificador já foi feito (por Michael Feilen, University of Applied Sciences in Kaiserslautern), no caso o codificador

CELT, um codificador de última geração (desenvolvido pelo Xiphophorus Foundation) que não requer pagamento de royalties. Atualmente o mesmo pesquisador propõe o uso do codificador OPUS (IETF RFC 6716), que é uma fusão dos codificadores CELT (voltado para música) com o codificador criado pela então Skype Inc. (agora Microsoft), o SILC. A faixa de operação do OPUS vai de 6kbit/s a 510kbit/s. O OPUS não faz o uso de nenhuma tecnologia que requer o pagamento de royalties.

Outro codificador de voz (vocoder), de ultra-baixo bitrate, que não possui roaylties envolvidos e poderia ser usado no DRM é o Codec2, que opera entre 1400bit/s a 2400bit/s e é atualmente utilizado por rádio amadores para comunicação na faixa de Ondas Curtas.

### 2.4.7 Multiplex

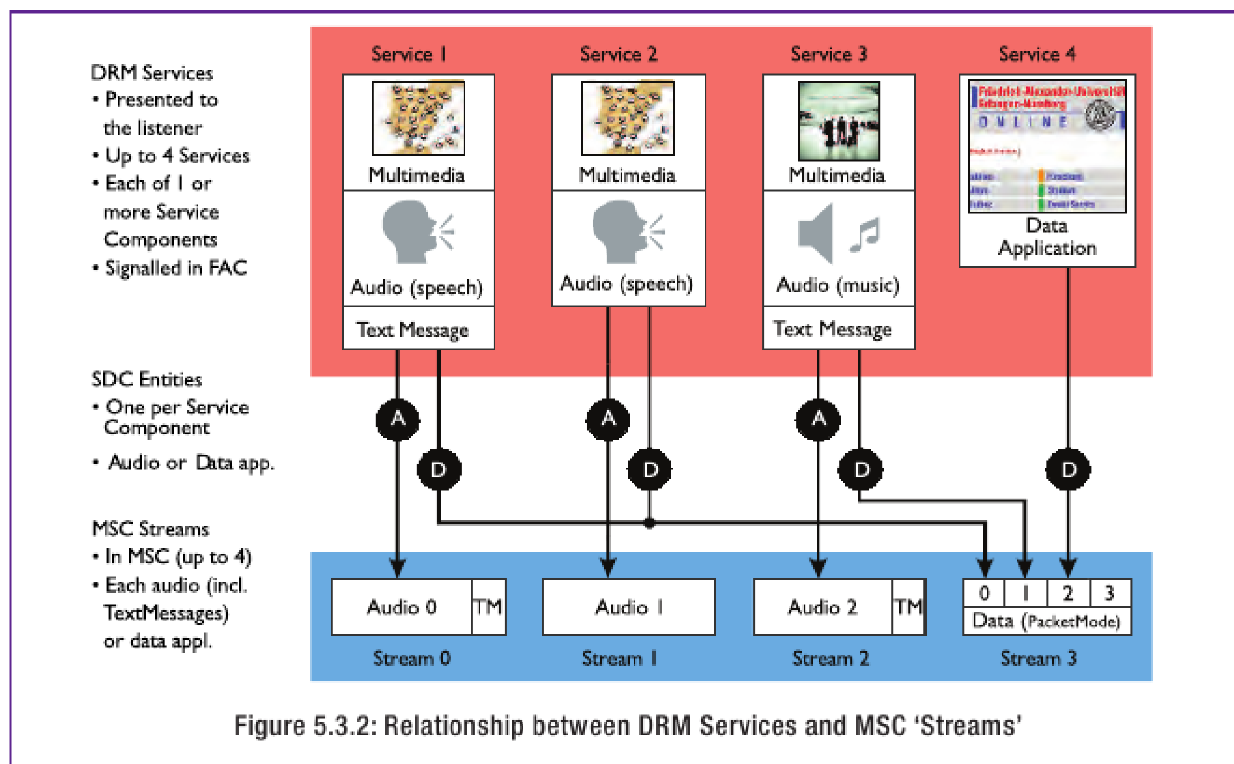


Figure 5.3.2: Relationship between DRM Services and MSC 'Streams'

### 2.4.8 Serviços do DRM

Além dos serviços de áudio, também é possível a transmissão de outras mídias através do DRM.

O sistema DRM contempla a transmissão de vários tipos de informação, que tem sua decodificação mandatória ou recomendada de acordo com a norma de receptores do DRM.

## Receiver Profile 1 – Standard Radio Receiver

**This is an audio receiver with at least a basic alphanumeric display.**

| | |
|---|---|
| Spectrum | DRM reception in the MF (530 kHz to 1720 kHz), HF (2.3 MHz to 27 MHz) and international FM (87.5 to 108 MHz) bands is mandatory in all territories. |
| | DRM reception in other broadcasting bands is mandatory on a regional basis according to the licensed service plan[2]. |
| | DRM reception in all broadcasting bands below 174 MHz is recommended. |
| Channel decoding | Decoding of all defined channel band-widths is mandatory. |
| Audio | Stereo decoding (including Parametric Stereo) is mandatory if a stereo capable output is provided. |
| Emergency warning | Implementation of the emergency warning/alert feature is mandatory. |
| Text | Service label (station name) display is mandatory. |
| | Text message display is mandatory on products with a 2-line display or better (except for in-car products). |
| | Journaline[3] presentation is recommended. |
| | Support for regional character sets is recommended according to the region the product will be manufactured for or sold into. |
| EPG | Electronic Programme Guide[4] presentation is recommended. |
| Traffic & Travel | For in-car products, TPEG[5] and TMC[6] decoding is recommended. |
| Service following | DRM to DRM service following (automatic frequency switching) is mandatory. |
| | For products that include analogue service decoding (e.g. AM-AMSS[7], FM-RDS[8]), DRM to analogue service following is mandatory. |
| | For products that include other digital radio systems, DRM to digital service following is recommended. |

## Receiver Profile 2 – Rich Media Radio Receiver

**This is an audio receiver with a colour screen display of at least 320 x 240 pixels.**

All Receiver Profile 1 functionality, *plus:*

| | |
|---|---|
| Audio | Surround Sound decoding[9] is recommended. |
| Text | Journaline[10] presentation is mandatory. |
| EPG | Electronic Programme Guide[11] presentation is mandatory. Decoding of the advanced EPG profile is recommended. |
| SlideShow | SlideShow[12] presentation is mandatory. |

O DRM utiliza o protocolo MOT (Multimedia Object Transfer, ETSI TS 101 499) para o envio de conteúdo agrupado em arquivos, como por exemplo MOT Broadcast Website e MOT Slideshow. Ele permite a transferência de arquivos individualmente (MOT header mode); lida com metadados dos arquivos de forma transparente; opera em modo de carrossel de dados com suporte opcional a múltiplas classes de prioridade; no MOT modo de diretório (MOT directory mode) garante a consistência dos componentes de conjuntos de dados no receptor em todos os momentos; MOT Broadcast Website define um certo tipo de conteúdo web que será transmitido no carrossel MOT, opcionalmente com páginas HTML iniciais para diferentes classes de receptores enquanto o MOT Slideshow carrega imagens que serão apresentadas em sequência.

O DRM é compatível com O Sistema de Transmissão de Aviso de Emergência (EWBS - Emer-

gency Warning Broadcast System) que usa o meio de transmissão para alertar o público em caso de emergência. O sistema pode ser implementado no rádio e na TV, tanto em sistemas digitais e analógicos. A operação envolve o envio de um código específico, o sinal de controle EWS, que é transportado pelo mesmo canal da transmissão.

O envio de informações de trânsito no formato TPEG e TMC é suportado pela norma.

O Jornaline é o serviço de texto/menus interativo do DRM. É composto por páginas com informação de texto (máximo de 4096 caracteres/página) acessíveis através de uma estrutura de menus definida pela emissora; capaz de suportar todos os tipos de receptores, desde que uma simples tela que suporte texto esteja disponível; Unicode (todos os conjuntos de caracteres são suportados); transportados em Modo Pacote DRM; taxa de bits no intervalo de 200 bps à 2 kbps.

Em processo de normatização no DRM está o serviço de vídeo H.264 sobre o DRM chamado Diveemo que consistem no envio de um fluxo de vídeo em tempo real de baixa resolução com uma ou mais trilhas de áudio; é flexível na configuração da relação entre alta taxa de quadros ou quadros com maior resolução.

## 3 Rádio Digital interativo no Brasil se faz com Ginga?

O Ginga é o middleware do Sistema Brasileiro de TV Digital e está sendo adaptado e implementado ao DRM pelo Laboratório de Sistemas Multimídia TeleMídia da PUC-Rio tendo um aluno de mestrado em tempo integral trabalhando no projeto em conjunto com o time de mestrandos e doutorandos do laboratório sob coordenação do professor Luiz Fernando Gomes Soares.

O Ginga já está proposto ao governo para ser o middleware do Sistema Brasileiro de Rádio Digital.

Na quarta reunião do Conselho Consultivo do Rádio Digital Rafael Diniz e Márcio Moreno fizeram uma apresentação sobre o Ginga no SBRD.

## Ginga

**SBTVD**

- T-government
- T-health
- T-commerce
- T-learning
- T-tourism
- Narratives
- Games
- ...

**SBRD**

- Alertas, CET, ...
- Postos de Saúde, ...
- CDs, DVDs, MP3
- Speak-up
- Rota guiada
- ?
- Promoções
- ...

32 Lab. TeleMidia – Dep. de Informática – PUC-Rio



Na quinta reunião do CCRD os representantes da TellHD (empresa que licencia o HD Radio no Brasil) entregaram um documento à mesa diretora demonstrando uma possível forma de implementação do Ginga no HD Radio.

As normas que definem o Ginga são normas do SBTVD, ABNT/NBR 15606-2, ABNT/NBR 15606-5, ABNT/NBR 15606-7 e a recomendação da ITU H.761 para IPTV.

Algumas questões devem ser analisadas na definição de um ou mais perfis do Ginga-NCL para o SBRD, inseridas no contexto brasileiro relativo aos diferentes tipos de receptores de rádio e às necessidades dos diferentes utilizadores do meio rádio, além de permitir novas utilizações do meio no futuro.

Rafael Diniz é mestrando pela PUC-Rio, orientado pelo professor Luiz Fernando Gomes Soares, trabalhando na definição do Ginga-NCL para o SBRD e na implementação de referência do Ginga-NCL sobre o DRM.

`rafaeldiniz @ telemidia . puc-rio . br`